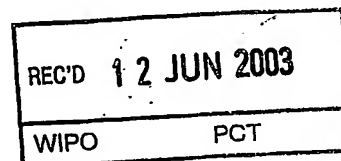


02 DEC 2004

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

102 25 265.3

Anmeldetag:

07. Juni 2002

Anmelder/Inhaber:

Carl Zeiss SMT AG, Oberkochen/DE

(vormals: Carl Zeiss Semiconductor Manufacturing
Technologies AG)

Bezeichnung:

Objektiv, insbesondere Projektionsobjektiv für die
Mikrolithographie

IPC:

G 02 B, G 03 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

Objektiv, insbesondere Projektionsobjektiv für die Mikrolithographie

5

Die Erfindung betrifft ein Objektiv mit mehreren in einem Objektivgehäuse eingesetzten Linsen, Spiegeln und wenigstens einem Strahlenteilerelement. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Projektionsobjektiv für die Mikrolithographie zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen.

Zur Korrektur von optischen Elementen, insbesondere von Objektiven für die Halbleiterindustrie, wie z.B. Projektionsobjektive zur Herstellung von Halbleiterelementen, werden in zunehmendem Maße Korrekturasphären eingesetzt. So ist es z.B. bekannt, eine Korrekturasphäre im Feldbereich des Objektives und eine Korrekturasphäre in der Pupille einzusetzen. Durch die Korrekturasphären können Fehler in der Abbildungsgenauigkeit, z.B. Fehler die außerhalb von vorgegebenen Toleranzen liegen, nachträglich korrigiert werden. Hierzu werden entsprechend hierfür ausgewählte Linsen wieder aus dem Objektiv ausgebaut, deren Oberflächen entsprechend zur Erzeugung von Korrekturasphären bearbeitet und anschließend wieder in das Objektivgehäuse eingesetzt. Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß nach dem Wiedereinbau das bearbeitete optische Element exakt innerhalb seiner sechs Freiheitsgrade wieder an der gleichen Stelle sitzt wie vor dem Ausbau. Darüber hinaus soll der Aus- und Einbau möglichst einfach sein und auch nach einem Wiedereinbau der gleiche Deformationszustand des bearbeitenden Elementes, wie er vor dem Ausbau vorhanden war, vorliegen.

Wenn in dem Objektiv mehrere Korrekturasphären erforderlich sind, bedeutet dies einen entsprechenden Aufwand.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, Korrekturasphären in dem Objektiv vorzusehen, die einen geringeren Aufwand bedeuten, insbesondere wobei deren Aus- und nachfolgender Einbau vereinfacht wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß ein oder mehrere im Strahlengang liegende Flächen des Strahlenteiler-
elementes als Korrekturasphären vorgesehen sind, wobei in vor-
5 teilhafter Weise das Strahlenteilerelement mit Manipulatoren
verbunden ist, die auf einem Manipulatorträger angeordnet sind,
welcher feststehend mit dem Objektivgehäuse verbunden ist.

Erfindungsgemäß wird nunmehr ein Strahlenteilerelement zur Bil-
10 dung von Korrekturasphären verwendet.

Ein Strahlenteilerelement ist bezüglich seiner Lage exakt in
einem Objektiv einzubauen. Versieht man ihn nunmehr zusätzlich
mit Manipulatoren, so läßt er sich gezielt wiederholbar bezüg-
lich seiner Lage aus- und wieder einbauen. Gleichzeitig läßt
sich dabei auch der Deformationszustand beibehalten. Dadurch
daß ein Strahlenteilerelement, z.B. ein Strahlenteilerwürfel,
mehrere im Strahlengang liegende Flächen aufweist, nämlich die
Eintrittsfläche des Strahlenteilerelements, eine um einen Win-
20 kel von $90^\circ \pm 20^\circ$ dazu versetzt liegende Zwischenaustrittsflä-
che und eine in Strahlrichtung gesehene hintere Ausgangsfläche,
stehen im Bedarfsfalle drei transmittierende Flächen als Kor-
rekturasphären zur Verfügung. Dies bedeutet, daß man im Ver-
gleich zu den bekannten auf Linsen angebrachten Korrekturasphä-
25 ren nur ein einziges Teil, nämlich das Strahlenteilerelement,
ausbauen muß und dann drei verschiedene transmittierende Flä-
chen im Bedarfsfalle bearbeiten und damit drei verschiedene
Korrekturen vornehmen kann.

30 Es ist dabei lediglich dafür zu sorgen, daß das Strahlenteiler-
element mit Manipulatoren und Sensoren derart versehen wird,
daß nach einem Aus- und erfolgten Wiedereinbau exakt die glei-
che Position wieder hergestellt werden kann, wie dies vor dem
Ausbau der Fall war, damit man verhindert, daß neue Fehler in
35 das Objektiv eingebracht werden.

Im allgemeinen wird es ausreichend sein, wenn man eine Möglich-
keit vorsieht, das Strahlenteilerelement um wenigstens zwei

Achsen zu schwenken, welche sich in vorteilhafter Weise auf der Strahlenteilerebene befinden.

5 Dabei sollten sich die Kippachsen in einem Punkt schneiden, wobei der Schnittpunkt in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung auf der Strahlenteilerebene in einem zentralen Bereich liegen sollte, in welchem der Mittelstrahl des Strahlenganges liegt.

10 Durch eine derartige Ausgestaltung wird erreicht, daß es zu keinen Ortsverschiebungen kommt. D.h. im Bedarfsfalle kann man die Manipulatoren auch so ausgestalten, daß das Strahlenteiler-element um drei Achsen kippbar ist, wobei eine der Kippachsen sich in der Strahlenteilerebene und die beiden anderen Kippachsen um 90° dazu versetzt in einem Winkel von 45° zur Strahlenteilerebene liegen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipmäßig beschriebenen Ausführungsbeispiel.
20

Es zeigt:

25 Figur 1 eine Prinzipdarstellung einer Projektionsbelichtungsanlage mit einem Projektionsobjektiv mit einem erfindungsgemäßen Strahlenteilerwürfel als Strahlenteilerelement,

30 Figur 2 eine vergrößerte Darstellung des Strahlenteilerwürfels aus der Figur 1 in Seitenansicht, und

Figur 3 eine Ansicht des Strahlenteilerelement aus Pfeilrichtung A gemäß Figur 2.

35 In der Figur 1 ist prinzipmäßig eine Projektionsbelichtungsanlage mit einem Projektionsobjektiv 1 für die Mikrolithographie zur Herstellung von Halbleiterelementen dargestellt.

Es weist ein Beleuchtungssystem 2 mit einem nicht dargestellten Laser als Lichtquelle auf. In der Objektebene der Projektionsbelichtungsanlage befindet sich ein Retikel 3, dessen Struktur auf einen unter dem Projektionsobjektiv 1 angeordneten Wafer 4, der sich in der Bildebene befindet, in entsprechend verkleinertem Maßstab abgebildet werden soll.

Das Projektionsobjektiv 1 ist mit einem ersten vertikalen Objektivteil 1a und einem zweiten horizontalen Objektivteil 1b, versehen. In dem Objektivteil 1b befinden sich mehrere Linsen 5 und ein Konkavspiegel 6, welche in einem Objektivgehäuse 7 des Objektivteiles 1b angeordnet sind. Zur Umlenkung des Projektionsstrahles (siehe Pfeil) von dem vertikalen Objektivteil 1a mit einer vertikalen optischen Achse 8 in das horizontale Objektivteil 1b mit einer horizontalen optischen Achse 9 ist ein Strahlenteilerelement 20 vorgesehen.

Nach Reflexion der Strahlen an dem Konkavspiegel 6 und einem nachfolgenden Durchtritt durch das Strahlenteilerelement 20 treffen diese auf einen Umlenkspiegel 11. An dem Umlenkspiegel 11 erfolgt eine Ablenkung des horizontalen Strahlengangs 9 wiederum in eine vertikale optische Achse 12. Unterhalb des Umlenkspiegels 11 befindet sich ein drittes vertikales Objektivteil 1c mit einer weiteren Linsengruppe 13. Zusätzlich befinden sich im Strahlengang noch drei $\lambda/4$ -Platten 14, 15 und 16. Die $\lambda/4$ -Platte 14 befindet sich in dem Projektionsobjektiv 1 zwischen dem Retikel 3 und dem Strahlenteilerelement 20 hinter einer Linse oder Linsengruppe 17 und verändern jeweils die Polarisationsrichtung der Strahlen um 90° . Die $\lambda/4$ -Platte 15 befindet sich im Strahlengang des horizontalen Objektivteiles 1b und die $\lambda/4$ -Platte 16 befindet sich in dem dritten Objektivteil 1c. Die drei $\lambda/4$ -Platten dienen dazu, die Polarisation während des Durchgangs durch das Projektionsobjektiv 1 so zu ändern, daß ausgangsseitig wieder die gleiche Polarisationsrichtung wie eingangsseitig vorliegt, wodurch unter anderem Strahlenverluste minimiert werden.

In den Figuren 2 und 3 ist das Strahlenteilerelement 20 aus der Figur 1 in vergrößerter Darstellung näher erläutert. Zur Deformationsentkopplung ist das Strahlenteilerelement 20 auf einem
5 Zwischenträger 21 angeordnet. An dem Zwischenträger 21 greifen nicht näher dargestellte Manipulatoren 22 an, die sich auf einem Manipulatorträger 23 abstützen. Über Abstimmsscheiben 24, die zum erstmaligen Einjustieren des Strahlenteilerelements 20 dienen, ist der Manipulatorträger 23 mit einem Teil des Objekt-
10 tivgehäuses 1b des Projektionsobjektives verbunden.

Das Strahlenteilerelement 20 besitzt 3 optisch wirksame Flächen, die im Strahlengang liegen. Es sind dies eine Eintrittsfläche 26, die in dem Strahlengang zwischen der Linse 17 und dem Strahlenteilerelement 20 liegt, eine Zwischenaustrittsfläche 27, die in dem Strahlengang des horizontalen Objektivteils 1b des Projektionsobjektives 1 mit den Linsen 5 nebst Umlenkspiegel 6 und $\lambda/4$ -Platten 15 liegt und einer Austrittsfläche 28 des Strahlenteilerelements, die zu dem Umlenkspiegel 11 gerichtet ist.
- 20

Durch das Strahlenteilerelement 20 kommt es in Verbindung mit der $\lambda/4$ -Platten 14 und 15 in bekannter Weise an einer Strahlenteilerebene 29 in dem Strahlenteilerelement 20, welche um $45^\circ \pm$
25 10° geneigt zu dem einfallenden Strahlengang liegt, zu einer Umlenkung in den horizontalen Objektivteil 1b des Projektionsobjektives 1 mit den Linsen 5 und dem Spiegel 6. Durch die sich in diesem Strahlengang befindliche $\lambda/4$ -Platte 15 durchdringt der von dem Spiegel 6 reflektierte Strahlengang nunmehr
30 die Strahlenteilerebene 29 und tritt an der Austrittsfläche 28 des Strahlenteilerelements 20 aus.

Dies bedeutet, zur Bildung von Korrekturasphären stehen an dem Strahlenteilerelement 20 drei Flächen zur Verfügung, nämlich
35 die Eintrittsfläche 26, die Zwischenaustrittsfläche 27 und die Austrittsfläche 28.

Wird nach einem Einbau aller optischen Elemente in dem Projektionsobjektiv 1 festgestellt, daß Korrekturen zur Erhöhung der Abbildungsgenauigkeit erforderlich sind, so wird das Strahlenteilerelement 20 ausgebaut und entsprechend den Korrekturerfordernissen werden einzelne oder auch alle drei der zur Verfügung stehenden im Strahlengang liegenden Flächen entsprechend mit Korrekturasphären versehen. Anschließend erfolgt ein erneuter Einbau.

- 10 Um nun diesen erneuten Einbau möglichst exakt durchzuführen und das Strahlenteilerelement 20 entsprechend genau in der Lage wieder einzubauen, die er hatte, müssen die Manipulatoren 22 entsprechend ausgelegt und bewegt werden. Gleichzeitig bedeutet dies, daß das Strahlenteilerelement 20 wenigstens um zwei Achsen schwenkbar sein muß. Die beiden Achsen sind die x- und die y-Achse, wobei sich die x-Achse in der Strahlenteilerebene 29 befindet und die y-Achse um 45° dazu geneigt, womit sie gleichzeitig auch parallel zur optischen Achse im Austrittsbereich liegt.

20

Zusätzlich kann noch als dritte Kippachse nämlich die z-Achse zur Einjustierung mit hinzugenommen werden, welche um 90° versetzt zu den beiden anderen Achsen und in einem Winkel von 45° zur Strahlenteilerebene 29 liegt, womit sie auch parallel zur optischen Achse im Eintrittsbereich liegt.

25

Dabei sollen sich die drei Kippachsen x-, y- und z-Achse in einem Punkt schneiden, der sich auf der Strahlenteilerebene 29 im zentralen Bereich befindet, in welchem auch der Mittelstrahl liegt. Dieser Punkt ist in den Figuren 2 und 3 mit „30“ bezeichnet.

30

Zur Einjustierung des Strahlenteilerelements 20 sind entsprechend Sensoren und Referenzflächen erforderlich. Wie in den Figuren 2 und 3 dargestellt, können dies kapazitive Sensoren 31a, 31b, 31c, 31d, 31e und 31f sein. Die Sensoren „31a bis 31f“ arbeiten in bekannter Weise mit Referenzflächen 32 zusammen, die sich an dem Strahlenteilerelement 20 befinden. Die kapazitiven

35

Sensoren 31a und 31b liegen auf Abstand voneinander berührungslos vor der Eintrittsfläche 26. Der Sensor 31c befindet sich berührungslos vor der Zwischenaustrittsfläche 27 und die Sensoren 31d, e und f an einer Seite des Strahlenteilerelements 26, die parallel zu dem horizontal verlaufenden Strahlengang und rechtwinklig sowohl zur Eintrittsfläche 26 als auch zur Zwischenaustrittsfläche 27 und der Austrittsfläche 28 liegen.

Die Manipulatoren 22 können von beliebiger Bauart sein. Wesentlich ist lediglich, daß sie derart ausgestaltet sind, daß das Strahlenteilerelement 20 um wenigstens zwei, vorzugsweise drei, Kippachsen gekippt werden kann. So kann z.B. der Zwischenträger 21 über die Manipulatoren 22 kardanisch mit dem Manipulatorträger 23 verbunden sein. Die Gelenkverbindungen hierzu können als Festkörpergelenke ausgebildet sein, da durch diese sehr exakte und reproduzierbare Verschiebungen möglich sind.

Patentansprüche:

1. Objektiv mit mehreren in einem Objektivgehäuse eingesetzten Linsen, Spiegeln und wenigstens einem Strahlenteilerelement, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere im Strahlengang liegende Flächen (26,27,28) des Strahlenteilerelements (20) als Korrekturasphären vorgesehen sind.
2. Objektiv nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlenteilerelement (20) mit Manipulatoren (22) verbunden ist, die auf einem Manipulatorträger (23) angeordnet sind, welcher feststehend mit dem Objektivgehäuse (1b) verbunden ist.
3. Objektiv nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Korrekturasphären eine die Eintrittsfläche (26) des Strahlenteilerelements (20), eine dazu versetzt liegende Zwischenaustrittsfläche (27) und eine in Strahlrichtung gesehen hintere Austrittsfläche (28) des Strahlenteilerelements (20) vorgesehen sind.
4. Objektiv nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlenteilerelement (20) um wenigstens zwei Achsen (x,y) kippbar ist.
5. Objektiv nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Kippachsen (y,x,z) in einem Punkt (30) schneiden.
6. Objektiv nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Schnittpunkt (30) auf der Strahlenteilerebene (29) des Strahlenteilerelements (20) in einem zentralen Bereich befindet, in welchem der Mittelstrahl des Strahlenganges liegt.
7. Objektiv nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlenteilerelement um drei Achsen kippbar ist, wobei eine der Kippachsen (x) sich in der Strahlenteilerebene (29) und die beiden anderen Kippachsen (y,z) um 90° dazu ver-

setzt jeweils in einem Winkel von 45° zur Strahlenteilerenebene (29) liegen.

- 5 8. Objektiv nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Deformationsentkopplung des Strahlenteilerelements (1c) ein Zwischenträger (23) vorgesehen ist, auf welchem das Strahlenteilerelement (20) angeordnet ist, und an welchem die Manipulatoren (22) angreifen.
- 10 9. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß es als Projektionsobjektiv (1) für die Mikrolithographie zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen vorgesehen ist.

Zusammenfassung:

Objektiv, insbesondere Projektionsobjektiv für die Mikrolithographie

5 (Figur 1)

Ein Objektiv ist mit mehreren in einem Objektivgehäuse (1) eingesetzten Linsen, Spiegeln und wenigstens einem Strahlenteilelement (20) versehen. Ein oder mehrere im Strahlengang liegende Flächen (26,27,28) des Strahlenteilelements (20) sind als Korrekturasphären vorgesehen. Das Strahlenteilelement (20) kann mit Manipulatoren (22) versehen sein, die auf einem Manipulatorträger (23) angeordnet sind, welcher feststehend mit dem Objektivgehäuse verbunden ist.

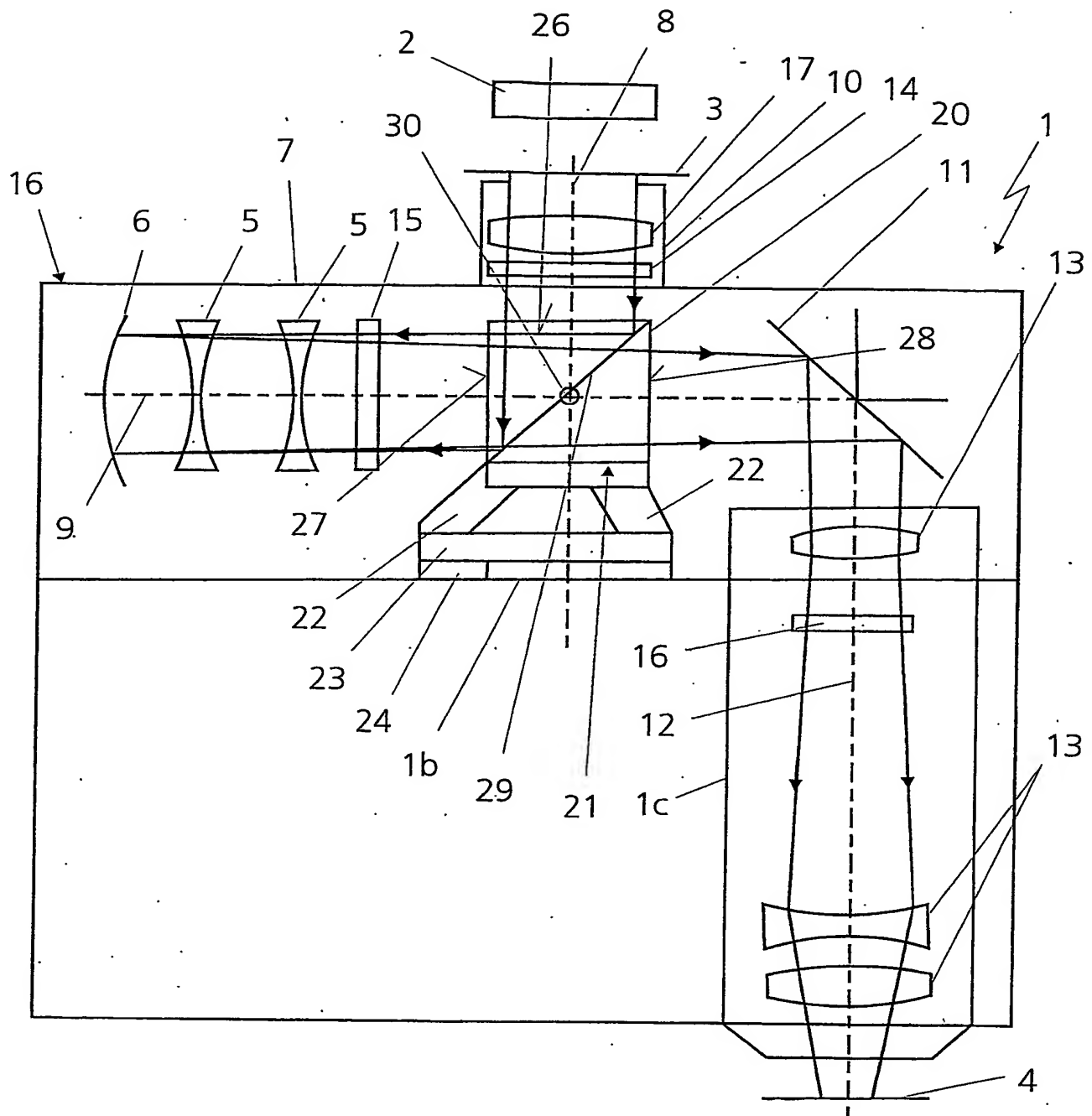


Fig. 1

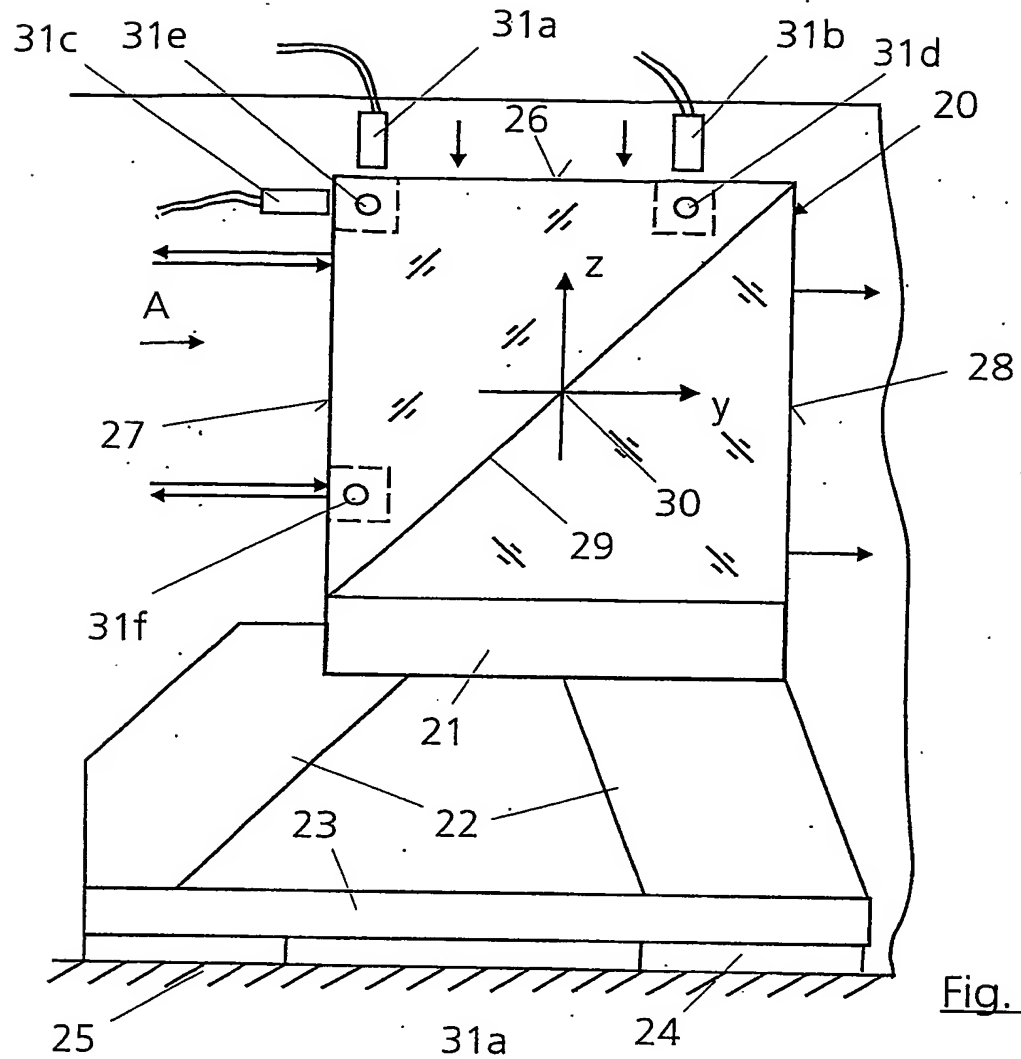


Fig. 2

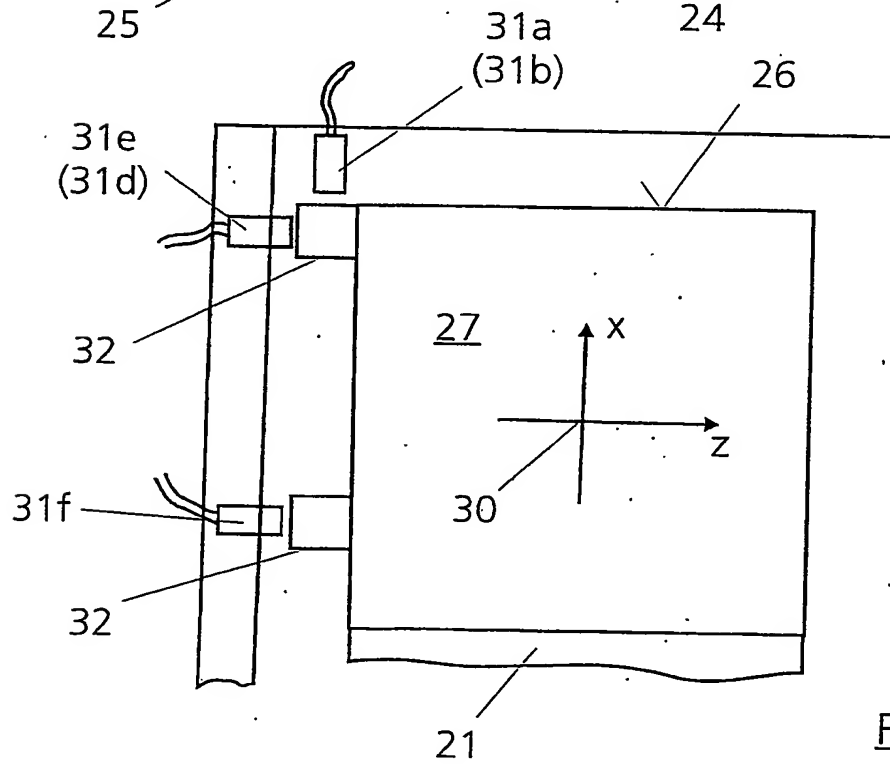


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.